

INTERNET ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-230017

(43)Date of publication of application : 13.09.1989

(51)Int.Cl.

G02B 27/00
G02F 1/03

(21)Application number : 63-056766

(71)Applicant : RICOH CO LTD

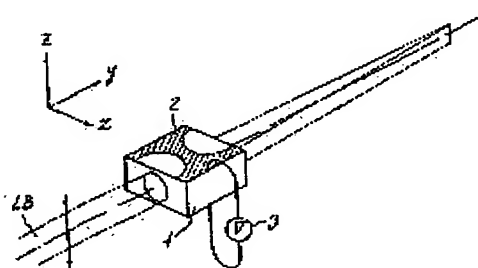
(22)Date of filing : 10.03.1988

(72)Inventor : SHIBAKUCHI TAKASHI

(54) OPTICAL ELEMENT**(57)Abstract:**

PURPOSE: To electrically generate or remove lens action and to adjust the strength of the lens action by determining the arranging positions and shapes of a pair or more of electrodes so that a lens function for converging or diverging light beams to an opto-electric medium in a prescribed direction is applied to the medium when voltages are impressed to these electrodes.

CONSTITUTION: The title optical element has the electric optical medium 1, a pair or more of electrodes 2 and a means 3 for impressing voltage to these electrodes 2. Linearly polarized light beams LB are made incident upon the medium 1 and lens action is applied to the light beams LB. A pair or more of electrodes 2 are formed on the medium 1 so as to sandwich the light beam penetrating direction of the medium 1. The arranging positions and shapes of these electrodes 2 are determined so that a lens function for converging or diverging the light beams in a prescribed direction is applied to the medium 1 when voltage is impressed to the electrodes 2 by the voltage impressing means 3. Consequently, the lens action can be generated or erasing by turning on/off the voltage impression to the electrodes 2 and the strength of the lens action can be changed in accordance with the level of the voltage.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-230017

⑤ Int. Cl.⁴

G 02 B 27/00
G 02 F 1/03

識別記号

庁内整理番号

E-8106-2H
F-8106-2H

④ 公開 平成1年(1989)9月13日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全8頁)

⑬ 発明の名称 光学素子

⑭ 特 願 昭63-56766

⑮ 出 願 昭63(1988)3月10日

⑯ 発 明 者 芝 口 孝 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
⑰ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
⑱ 代 理 人 弁 理 士 榊 山 亨 外1名

明 細 書

発明の名称

光学素子

特許請求の範囲

1. 直線偏光した光ビームを入射される電気光学媒体と、この電気光学媒体の光ビーム透過方向を挟むように電気光学媒体に形成された1対以上の電極と、これらの電極に電圧を印加する手段とを有し、

上記1対以上の電極の配設位置及び形状を、これら電極に電圧を印加したとき、電気光学媒体に、上記光ビームを所定の一方向へ集束もしくは発散させるレンズ機能が与えられるように定めたことを特徴とする光学素子。

2. 請求項1記載の光学素子を2個、光ビームの透過方向に1/2波長板を介して配列し、各光学素子におけるレンズ機能の方向が互いに直交するようにしたことを特徴とする複合光学素子。

3 直線偏光した光ビームを入射される電気光学媒体と、この電気光学媒体の光ビーム透過方向を

挟むように電気光学媒体に形成された1対以上の電極と、この1対以上の電極の後方に形成された他の1対以上の電極と、これらの電極に電圧を印加する手段とを有し、

上記1対以上の電極の配設位置及び形状を、これら電極に電圧を印加したとき、電気光学媒体に、上記光ビームを所定の一方向へ集束もしくは発散させるレンズ機能が与えられるように定めるとともに、上記他の一対以上の電極の配設位置及び形状を、これら電極に電圧を印加したとき、電気光学媒体に、上記光ビームを上記所定の一方向と上記光ビーム透過方向とに直交する方向へ集束もしくは発散させるレンズ機能が与えられるように定めたことを特徴とする光学素子。

発明の詳細な説明

(技術分野)

本発明は光学素子、詳しくは電気光学媒体を用い、電気的にレンズ作用を実現する光学素子に関する。

(従来技術)

光情報処理技術の発展にともない、これまでにない新たな機能をもった光学素子の開発が要請されている。例えば焦点距離を高速で変化させうるレンズ等である。焦点距離を単に変えるだけなら従来の可変焦点レンズを用いれば良いが、従来の可変焦点レンズのような機械的な操作による焦点距離変化では、光情報処理に要請される高速性を到底満足させることが出来ない。

電氣的に高速で焦点距離を変化させる方法は、従来、電気光学結晶の板に微小な屈折率分布型の平板マイクロレンズを作製し、電気光学効果により上記マイクロレンズにおける屈折率分布を変化させる方法が1985年電気学会電磁界理論研究会資料(EMT-85.No16-20,P25~33)により知られている。

しかし、この方法は第一に平板マイクロレンズの作製が容易ではなく、第二に焦点距離の変化量が $200\text{ }\mu\text{m}$ 程度と小さい、という問題がある。

(目 的)

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもの

向に $1/2$ 波長板を介して配列し、各光学素子におけるレンズ機能の方向が互いに直交するようにした点に特徴がある。

請求項3の発明は、電気光学媒体と、1対以上の電極と、これとは別の他の1対以上の電極と、これら電極に電圧を印加する手段とを有する。

電気光学媒体には直線偏光した光ビームが入射されレンズ作用はこの光ビームに作用する。1対以上の電極は、電気光学媒体の光ビーム透過方向を挟むように電気光学媒体に形成され、他の1対以上の電極は、上記1対以上の電極の後方に形成される。即ち、1対以上の電極と、これとは別の他の1対以上の電極とは、ともに光ビームの透過方向を挟む様に、且つ光ビーム透過方向に相前後して形成される。上記1対以上の電極の配設位置及び形状は、これら電極に電圧を印加したとき、電気光学媒体に、上記光ビームを所定の一方方向へ集束もしくは発散させるレンズ機能が与えられるように定められ、上記他の一対以上の電極の配設位置及び形状は、これら電極に電圧を印加したと

であり、請求項1の発明は1方向的なレンズ作用を電氣的な操作で実現できる新規な光学素子の提供を目的とし、請求項2、3の発明は、互いに直交する2方向的なレンズ作用を電氣的な操作で実現できる新規な光学素子の提供を目的とする。

(構 成)

以下、本発明を説明する。

請求項1の発明は、電気光学媒体と1対以上の電極と、これら電極に電圧を印加する手段とを有する。電気光学媒体には直線偏光した光ビームが入射され、この光ビームに対してレンズ作用が作用される。1対以上の電極は、この電気光学媒体の光ビーム透過方向を挟むように電気光学媒体に形成される。上記1対以上の電極の配設位置及び形状は、電圧を印加する手段により上記電極に電圧を印加したとき、電気光学媒体に、上記光ビームを所定の一方方向へ集束もしくは発散させるレンズ機能が与えられるように定められる。

請求項2の発明は複合的な光学素子であり、上記請求項1の光学素子を2個、光ビームの透過方

き、電気光学媒体に、上記光ビームを上記所定の一方方向と上記光ビーム透過方向とに直交する方向へ集束もしくは発散させるレンズ機能が与えられるように定められる。

電気光学媒体としてはPLZT電気光学結晶ほか、種々の電気光学材料を用いることができる。

電気光学媒体は、これに電界を作用させると電界の大きさに応じて屈折率が変わる。そこで本発明では、電気光学媒体に設けられる電極の配置と形状とを適当にすることにより、電気光学媒体内部の電界により変化した屈折率の分布が、直線偏光した光ビームにレンズ作用を及ぼす様にするのである。このレンズ作用は、電極への電圧印加のオン・オフで発生・消去させることができ、且つ電圧の大きさによりレンズ作用の強弱を変化させることができる。

(実施例)

以下、具体的な実施例に即して説明する。

請求項1の発明の1実施例を示す第1図に於いて、符号1は電気光学媒体、符号2は電極、符号

3は電圧電源を示している。

電気光学媒体1は、PLZT(9/65/35)電気光学結晶を材料として直方体形状に形成されている。図の如くx, y, z方向をとるとy方向は光ビームLBの透過方向である。電極2は斜線を施した如き形状を有し、電気光学媒体1のz方向に直交する2面に形成されている。第1図(I)では、電極2は一つだけが図示されているが、図示された電極2と対をなす電極は図に現れていない面(z方向に直交する)に、電極2と同一形状に形成され、これら一対の電極の形状をz方向から見ると、互いにぴったりと重なり合う。

電圧電源3は、これら1対の電極に電圧を印加する手段である。

さて、電気光学媒体1のz方向に電界Ezを印加すると、電気光学効果により屈折率が低下する。即ち、電界Ezの作用している部分の屈折率を N_z とし、電界の作用の無いときの屈折率を N_0 とすると2次電気光学係数のマトリックス成分を R_{33} として、 N_z は

$$N_z = N_0 \{ 1 - (1/2) N_0^2 R_{33} E_z^2 \}$$

で与えられ、電界Ezの作用している部分の屈折率は電界の作用の無い状態に比して低下し、その低下の程度は、電界Ezの2乗に比例する。

さて、第1図(I)に示す様に、電気光学媒体1にz方向に直線偏光した光ビームLBを平行光束として入射させると、光ビームLBは、電極2およびこれと対をなす電極間に電圧が印加されていないときは、とくに光学的な影響を受けることなく平行光束としてy方向へ透過するが、電極間に電圧を印加すると、電極の対向部分では電気光学媒体1に電界が作用するので、この部分では屈折率が相対的に低下する。第1図(II)を参照すると、電極2の形状を示すハッチを施した部分では、他の部分に比して屈折率が低くなるのであるから、電気光学媒体1に電極対で電界を印加した状態では、相対的に屈折率の高い部分(断面半円形の部分)によりx方向にパワーを持つシリンダーレンズ2つが形成されたと同じこととなる。これらシリンダーレンズはともにその凸面を対向させた状態

であるが、ともにx方向にパワーをもつので、このように電界の作用した状態では、光ビームLBはx方向に集束傾向を与えられて、第1図(II)に示す様に、x方向において集束する。このときの焦点距離fは電極対の形状が定まれば、あとは、印加電圧により一義的に定まる。

この実施例に於いて、電極対を構成する各電極の形状を、第1図(II)でハッチの施されていない半円形の部分の形状とし、電圧を印加したときハッチを施された部分の屈折率が相対的に高くなる様にする。この場合の屈折率分布によっては、上記ハッチを施した部分の形状に近似した断面形状で負のパワーを持つシリンダーレンズが形成されるので、光ビームLBに対して、x方向の発散傾向をレンズ作用として与えることができる。

第2図は、請求項1の発明に対する別実施例を示している。この実施例でも、電気光学媒体は第1図における同一の電気光学媒体1が用いられている。一対の電極を構成する電極2A, 2Bは、同一形状であつて、電気光学媒体1のz方向に直交

する2つの面に互いに対向して形成されている。勿論z方向から見ると、これら電極2A, 2Bは、互いに重なりあう。

ハッチを施した部分が電極部分であるが、これら電極に図示されない電圧印加手段により電圧を印加して、電気光学媒体に^z方向の電界を作用させると、第1図の実施例と同様、z方向に直線偏光した光ビームLBは、x方向に於いて集束する。即ち、このとき電気光学媒体1はx方向にパワーを持つシリンダーレンズとして作用する。焦点距離fは印加電圧の大きさにより変化させることができる。第2図(II)でハッチの施されていない円形状部分を電極形状とすると、レンズ作用は、光ビームLBをx方向に発散させる様に作用する。

第3図には、請求項1の発明のさらに別の実施例を示す。電気光学媒体1Aは、上述した第1、第2図の実施例のものと同一の材料で、y方向に長い直方体形状に形成され、そのz方向に直交する2つの面には、y方向に細長い、細幅短冊状の1対の電極2C, 2Dが、z方向から見て互いに重なり

合うように形成されている。

電圧印加手段としての電圧電源3でこれら電極2C, 2D間に電圧を印加すると、電気光学媒体1Aに作用する電界の状態は第3図(II)に示すように、なり、電極2C, 2Dの近傍では電界が大きく（破線で示す電気力線の密度が高い）作用し、電極間の中央部では電界が小さく（電気力線の密度が低い）作用する。

従って、電界が作用しているとき、電極2C, 2Dの近傍は屈折率が低く、電極間の中央部では屈折率が相対的に高いので、これに、z方向に直線偏光した平行光ビームLBをy方向へ透過させるとき、電気光学媒体1Aは、あたかもz方向に正のパワーを持つシリンダーレンズの如きレンズ作用を及ぼし、光ビームLBはz方向に於いて集束する。

このときの焦点距離fは、電極2C, 2Dの幅d、長さl、電圧Vによって定まるが、電圧Vが大きいほど、また上記長さlが長い程、レンズ作用が大きくなり、従って焦点距離fは小さくなる。

第4図には、請求項1の発明の他の実施例を示

光した光ビームLBをy方向へ透過させれば光ビームは第4図(I)に示す様にx方向に於いて集束する。焦点距離は電極2E, 2F, 2G, 2Hの長さが長い程短く、電圧が高い程短くなる。

第3図に示した実施例の場合の電圧印加手段たる電圧電源3による電界と焦点距離との関係を第5図に示す。この場合、電極の長さlは8mm、幅dは0.5mmである。

また、第4図に示した実施例の場合の電圧印加手段たる電圧電源3による電界と焦点距離との関係を第6図に示す。この場合、電極の長さlは8mm、幅dは0.5mm、電極2E, 2F間の距離は1.5mmである。電界が小さい領域では焦点距離fは直線的に変化するが、40V/cm以上の高電界領域では曲線的な変化を示す。

第7図は、第2図に示す実施例における電界と焦点距離との関係を示している。但し、電極2A, 2Bにおける円形の凹部分の大きさは2mmφである。

第8図乃至第11図を参照して、請求項2の発明

す。この実施例では、電気光学媒体は第3図の実施例と同様、y方向に長い直方体形状の電気光学媒体1Bが用いられている。その材料は上記各実施例の場合と同じである。

電極は2対設けられている。即ち、この実施例では、y方向に細長い短冊状の4つの電極2E, 2F, 2G, 2Hが用いられている。電極2E, 2Fは、電気光学媒体1Bのz方向に直交する一方の面に、第4図(I)に示す様に互いに平行に設けられ、電極2G, 2Hは、電気光学媒体1Bのz方向に直交する他方の面に、互いにy方向に平行に形成されている。これら電極をz方向から見ると、電極2E, 2Gが互いに重なって電極対を構成し、電極2F, 2Hが互いに重なって、他の電極対を構成する。電極2E, 2Fは互いに接続され、電極2G, 2Hも互いに接続されている。これら電極対に電圧電源3で電圧を印加すると、電気光学媒体1B中の電気力線の様子は第4図(II)に示す如くになり、レンズ作用は、x方向に正のパワーを持つシリンダーレンズと等価なものになる。したがって、この状態でz方向に直線偏

の具体的実施例を4例説明する。この請求項2の発明は複合的な光学素子であり、請求項1の光学素子2個を1/2波長板を介して組合せた構成となっている。

第8図に示す実施例は、第2図に示したのと同じ型の光学素子10, 12を、1/2波長板11を介してy方向に配列したものであるが、光学素子12では、電極対は、x方向に直交する2面に形成されている。図の如く、z方向に直線偏光した光ビームLBをy方向へ入射させ、各電極対に電圧を印加すると、光学素子10を透過する光ビームLBには、光学素子10のレンズ作用によりx方向の集束傾向を与えられる。かくして、x方向への集束傾向を与えられた光ビームLBは続いて1/2波長板11を透過すると、その直線偏光の方向がz方向からx方向へ変換し、したがって光学素子12を透過する際、光学素子12のレンズ作用によりz方向への集束傾向を与えられる。かくして光学素子12から射出した光ビームLBはx, zの2方向への集束傾向を有する。従って、各電極対に印加する電圧の大きさを

調整すれば、第8図に示す様に光ビームLBを一点に集束させることが出来るし、あるいは非点収差を発生させることも出来るし、あるいは一方の電極対にのみ電圧を印加することにより x 、 z 方向の一方のみの集束傾向を選択的に与えることもできる。

第9図は第1図に示したのと同じ型の光学素子14,16を光ビームLBの透過方向即ち y 方向へ、 $1/2$ 波長板15を介して組合せた複合的な光学素子を示す。電圧印加によるレンズ作用は、光学素子14では x 方向の集束作用、光学素子16では z 方向の集束作用である。従って、第8図の実施例同様、光学素子14,16の各電圧印加の調整により光ビームLBをスポット状に集束させたり、非点収差を与えたり、1方向性の集束傾向の方向を選択的に切り替えたりすることができる。

第10図の実施例は、第3図の実施例の光学素子と同じ型の光学素子18,20を y 方向へ、 $1/2$ 波長板19を介して組合せた複合的な光学素子を示す。電圧印加によるレンズ作用は、光学素子18では z 方

向の集束作用、光学素子20では x 方向の集束作用である。従って、第8図の実施例同様、光学素子18,20の各電圧印加の調整により光ビームLBをスポット状に集束させたり、非点収差を与えたり、1方向性の集束傾向の方向を選択的に切り替えたりすることができる。光学素子24に於ける電極の大きさに比して、光学素子22における電極の大きさを大きくすれば、第10図の実施例と同様、光学素子22,24の電極対に同一電圧を印加して、しかも光ビームを1点に集束させることも可能である。

これら、請求項2の発明に対する4実施例は、いずれも2つの光学素子と $1/2$ 波長板とを一体化しているが、これに限らず、それぞれを別体のまま組合せても良く、その場合、各光学素子の間隔を可変にして、この間隔により各光学素子の集束位置の関係を調整する様にもできる。

請求項3の発明の実施例を第12図および第13図に2例示す。この請求項3の光学素子は一つの光学素子が2方向のレンズ機能を持つものである。

第12図に示す実施例では、直方体形状の電気光学媒体50の z 方向に直交する2面に3対の電極対が形成されている。即ち、 y 方向に於いて、光ビームLB(z 方向に偏光している)の入射側には、第

3図に示したのと同様の1対の短冊状電極対(一方は図示されていない)51が形成され、光ビームの射出側には第4図に示したのと同様の2対の電極対52が形成されている(対の一方は図示されていない)。これら電極対は形成面毎に共通化され同一の電圧が印加される様になっている。電極対51に基づくレンズ機能は z 方向の集束作用、電極対52に基づくレンズ機能は x 方向の集束作用であり、この実施例ではこれらのレンズ作用により光ビームLBが1点に集束するようにした。

第11図の実施例は、第4図の実施例の光学素子と同じ型の光学素子22,24を y 方向へ、 $1/2$ 波長板23を介して組合せた複合的な光学素子である。電圧印加によるレンズ作用は、光学素子18では x 方向の集束作用、光学素子20では z 方向の集束作用である。従って、第8図の実施例同様、光学素子18,20の各電圧印加の調整により光ビームLBをス

第13図に示す実施例では、2対の電極対が直方体形状の電気光学媒体60の z 方向に直交する2面に形成されている。即ち、 y 方向に於いて、 z 方向に直線偏光した光ビームLBの入射側には、第3図に示したのと同様の短冊状電極対(一方は図示されていない)61が形成され、光ビームの射出側には第2図に示したのと同様の電極対62が形成されている(対の一方は図示されていない)。これら電極対は形成面毎に共通化され同一の電圧が印加される様になっている。電極対61に基づくレ

レンズ機能は z 方向の集束作用、電極対82に基づくレンズ機能は x 方向の集束作用であり、この実施例でもこれらのレンズ作用により光ビームLBが1点に集束するようにした。勿論前後の電極対への電圧印加を独立に行う様にしても良く、その様にすれば一方向的なレンズ作用を選択的に実現できる。

以上、請求項2の発明に関する4実施例、請求項3の発明に関する2実施例を説明した。これらの実施例ではレンズ機能をいずれも集束作用として説明したが、勿論、発散性のレンズ機能の組合せや、集束作用と発散作用との組合せを、電極対の選択で任意に組合せうることはいうまでもない。

さらに、本発明の光学素子は、第14図に示す様に光学レンズと組み合わせることができる。同図に於いて、符号100は光学素子、符号200は光学レンズを示す。光学素子100は、請求項1、3の光学素子、あるいは請求項2の複合的な光学素子で有りうる。また、光学レンズ200は図示の如く集

束レンズでも良いし発散性のレンズでも良く、シリンダーレンズでも良い。この様に本発明の光学素子100と光学レンズ200とを組合せると、光学素子100に電圧を印加しないときは、光ビームLBは光学レンズ200のみのレンズ作用を受けるが、光学素子100に電圧を印加すると光ビームLBは光学レンズ2と光学素子100とのレンズ作用をうけることになる。例えば、光学素子100として、第12図のものを用い、光学レンズ200として集束レンズを用いると、光学素子100に電圧の印加がなされないときは、光ビームLBは光学レンズ200の焦点Fに集束するが、電圧の印加とともに光学素子100のレンズ作用により、例えばF1の位置に集光するので、光学レンズ200の焦点距離を見掛け上変化させることができる。

光学素子を光学レンズと組合せる代わりに、電気光学媒体の入射面及び/又は射出面をレンズ面として電気光学媒体自体にも光学レンズとしての機能を付与しても良い。

(効 果)

以上、本発明によれば新規な光学素子を提供できる。本発明の光学素子は請求項1、2、3の光学素子とも電氣的にレンズ作用を発生・消滅させることができ、尚且つレンズ作用の強弱を調整できる。レンズ作用の発生・消滅、強弱調整は電氣的に行われるので、これを極めて高速に実行でき、光情報処理に求められる高速操作性を満足できる。図面の簡単な説明

第1図乃至第7図は、請求項1の発明の実施例を説明するための図、第8図乃至第11図は請求項2の発明の実施例を説明するための図、第12図乃至第13図は請求項3の発明の実施例を説明するための図、第14図は、本発明の光学素子の使用の1例を説明するための図である。

1...電気光学媒体、2...電極、3...電圧電源、10,12...光学素子、11... $1/2$ 波長板、50...電気光学媒体、51...電極対、52...他の電極対

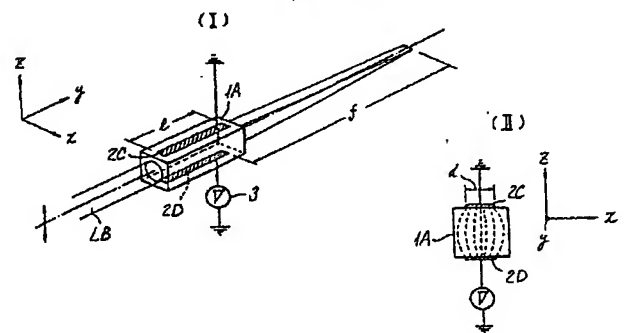
代理人

樺 山
本 多

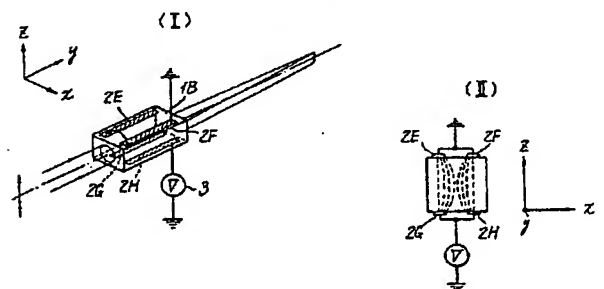
亨 章
悟 悟

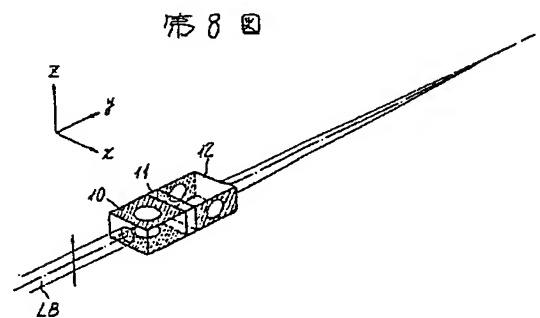
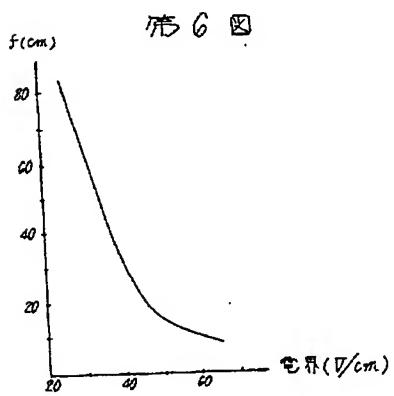
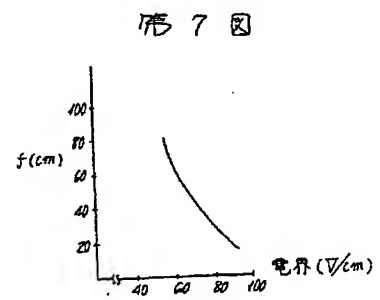
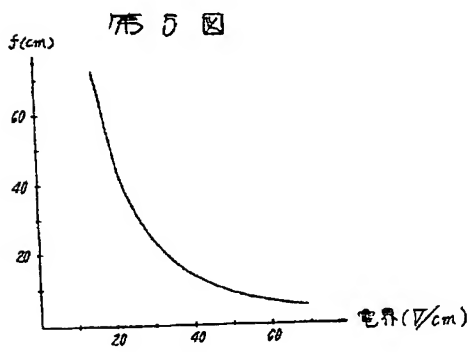
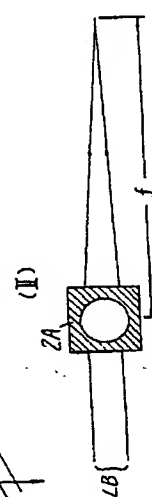
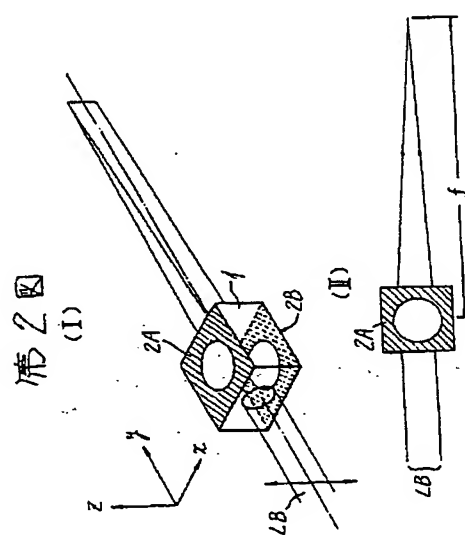
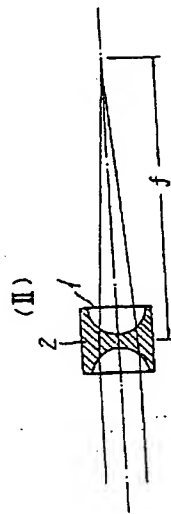
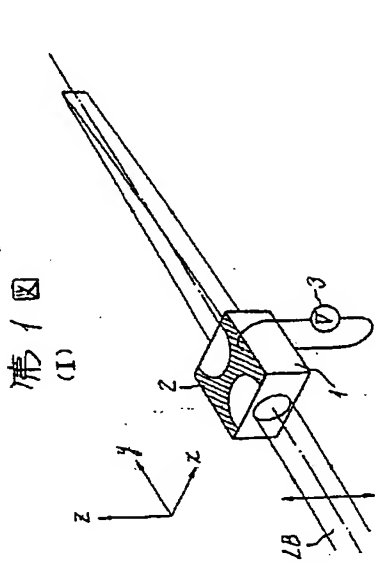


第3図

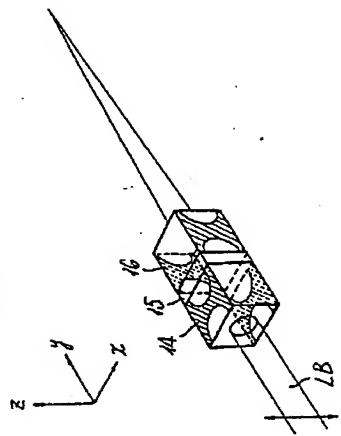


第4図

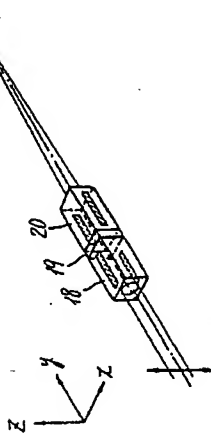




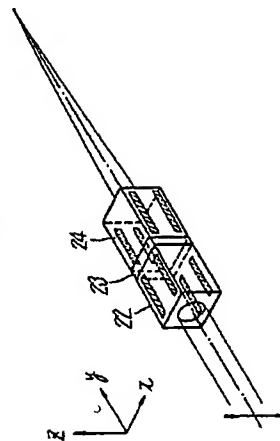
第9図



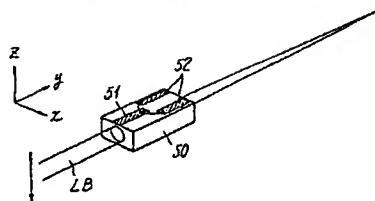
第10図



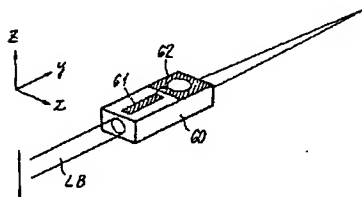
第11図



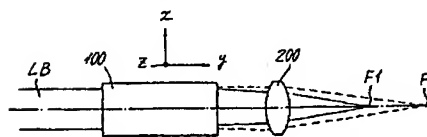
第12図



第13図



第14図



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成8年(1996)8月9日

【公開番号】特開平1-230017

【公開日】平成1年(1989)9月13日

【年通号数】公開特許公報1-2301

【出願番号】特願昭63-56766

【国際特許分類第6版】

G02B 27/09

G02F 1/03 505 8106-2K

【F I】

G02B 27/00

E 7036-2K

手 続 補 正 書 (自発)

平成 7 年 2 月 3 日

(6) 図面第6図を別紙の通り訂正する。

(7) 図面第7図を別紙の通り訂正する。

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和63年 特許願 第56766号

2. 発明の名称

光学素子

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 (674) 株式会社リコー

4. 代理人

住所 東京都世田谷区経堂4丁目5番4号

氏名 (5781) 榑 山 孝

5. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄および「図面」

6. 補正の内容

(1) 明細書第13頁第14行の「40V/cm以上の高電界領域」を「400V/mm以上の高電圧領域」と訂正する。

(2) 同第16頁第17行の「光学素子18」を「光学素子22」と訂正する。

(3) 同第16頁第18行の「光学素子20」を「光学素子24」と訂正する。

(4) 同第16頁第19行～第20行の「光学素子18, 20」を「光学素子22, 24」と訂正する。

(5) 図面第5図を別紙の通り訂正する。

